

DE 00 0051

# Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 09 191.9

**Anmeldetag:** 4. März 2002

**Anmelder/Inhaber:** Philips Corporate Intellectual Property GmbH,  
Hamburg/DE

**Bezeichnung:** Vorrichtung zur Erzeugung von UV-Strahlung

**IPC:** H 01 J 65/04

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 24. Februar 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

*Preumier*

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Wassmaier

## ZUSAMMENFASSUNG

### Vorrichtung zur Erzeugung von UV-Strahlung

- Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung ultravioletter Strahlung mittels einer Exzimer-Entladung, ausgerüstet mit einem zumindest teilweise UV-transparenten
- 5 Entladungsgefäß, dessen Entladungsraum mit einer Gasfüllung gefüllt ist, mit Mitteln zur Zündung und Aufrechterhaltung einer Exzimer-Entladung in dem Entladungsraum und mit einer Beschichtung, die einen Leuchtstoff, der ein Wirtsgitter und Neodym(III) als Aktivator umfasst, enthält.
- 10 Die Erfindung betrifft auch die Verwendung der Vorrichtung für photolytische Prozesse.

Fig. 1

15

PHDE020051

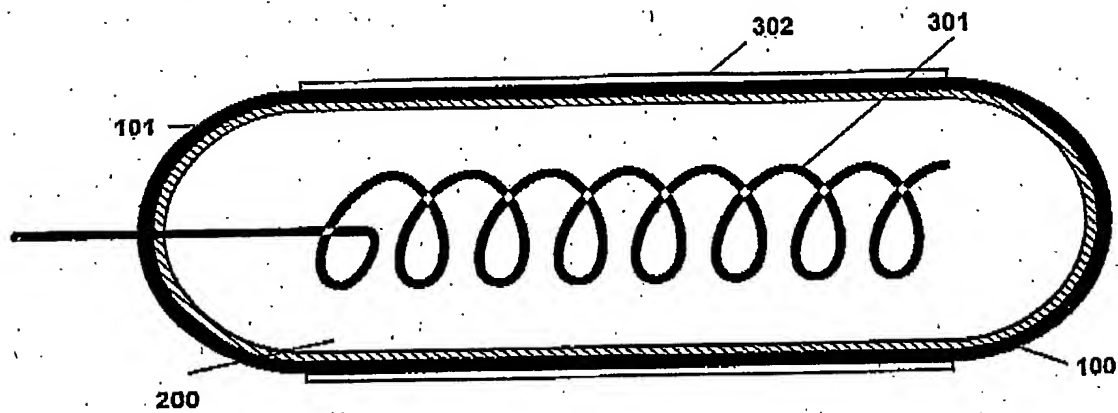


FIG. 1

## BESCHREIBUNG

### Vorrichtung zur Erzeugung von UV-Strahlung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung elektromagnetischer Strahlung, ausgerüstet mit einem mindestens teilweise transparenten Entladungsgefäß, dessen Entladungsraum mit einer Gasfüllung gefüllt ist, mit Mitteln zur Zündung und Aufrechterhaltung einer Exzimer-Entladung in dem Entladungsraum und mit einer Beschichtung, die einen Leuchtstoff enthält.

Derartige Strahlungsquellen eignen sich, je nach dem Spektrum der emittierten Strahlung, für die Allgemein- und Hilfsbeleuchtung, z.B. Wohn- und Bürobeleuchtung, für die Hintergrundbeleuchtung von Anzeigen, z.B. Flüssigkristallanzeigen, für die Verkehrs- und Signalbeleuchtung und für photochemische Prozesse, z.B. für Entkeimung oder Photolytik.

Es handelt sich dabei insbesondere um Vorrichtungen, wie sie aus EP 1048 620 für die Desinfektion von Wasser bekannt sind.

Ein Nachteil der in EP 1048 620 beschriebenen Vorrichtungen besteht darin, dass der erzielte optische Wirkungsgrad für photolytische Anwendungen gering ist.

In photolytischen Prozessen wird Strahlung sehr hoher Photonenenergie von bestimmten organischen Molekülen absorbiert, wobei z.B. die chemischen C-C- und C-O-Bindungen in den Molekülen aufgespalten werden. Photolytische Prozesse verwendet man z.B. für die Herstellung von hochreinem Wasser, bei der Trockenreinigung von Oberflächen, der Härtung von Polymeren u.ä.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zur Erzeugung ultravioletter Strahlung zur Verfügung zu stellen, die optimal für photolytische Prozesse geeignet ist.

**BEST AVAILABLE COPY**

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst durch eine Vorrichtung zur Erzeugung ultravioletter Strahlung mittels einer Exzimer-Entladung, ausgerüstet mit einem zumindest teilweise UV-transparenten Entladungsgefäß, dessen Entladungsraum mit einer Gasfüllung gefüllt ist, mit Mitteln zur Zündung und Aufrechterhaltung einer Exzimer-Entladung in dem Entladungsraum und mit einer Beschichtung, die einen Leuchtstoff, der ein Wirtsgitter und Neodym(III) als Aktivator umfasst, enthält.

Eine derartige Vorrichtung konvertiert die von der Exzimer-Entladung erzeugte Primärstrahlung in Strahlung mit einem Maximum der Emission bei einer Wellenlänge zwischen 180 und 250 nm. Strahlung mit diesem Wellenlängenbereich hat eine hohe Photonenenergie und bricht auch starke chemische Bindungen wie die C-C bzw. C-O-Einfachbindungen auf. Sie ist daher besonders geeignet zur Verwendung für photolytische Prozesse, wie sie bei der Herstellung von hochreinem Wasser, bei der Trockenreinigung von Oberflächen, der Härtung von Polymeren u.ä. eingesetzt werden.

Das Maximum der Emission liegt also in dem Bereich zwischen 180 und 250 nm, der die photolytischen Reaktionen begünstigt und eine große Eindringtiefe in Wasser und anderen Lösungsmitteln hat.

Nach einer Ausführungsform der Erfindung enthält der Leuchtstoff als Koaktivator Praseodym(III).

Es ist bevorzugt, dass der Leuchtstoff ausgewählt ist aus der Gruppe  $(La_{1-x}Y_x)PO_4:Nd$  mit  $0 \leq x \leq 1$ ;  $(La_{1-x}Y_x)PO_4:Nd,Pr$  mit  $0 \leq x \leq 1$ ;  $SrAl_{12}O_{19}:Nd$ ;  $LaBO_3O_6:Nd$ ;  $LaMgB_5O_{10}:Nd$ ;  $SrAl_{12}O_{19}:Nd,Pr$ ;  $LaBO_3O_6:Nd,Pr$ ;  $LaMgB_5O_{10}:Nd,Pr$  und  $GdPO_4:Nd$ .

Es kann auch bevorzugt sein, dass der Leuchtstoff eine Beschichtung, die ein Oxid, ausgewählt aus der Gruppe  $MgO$ ,  $SiO_2$  und  $Al_2O_3$ , enthält, umfasst.

Nach einer Ausführungsform der Erfindung enthält die Gasfüllung ein Gas, ausgewählt aus der Gruppe Xenon, Krypton, Argon und Neon.

Besonders bevorzugt ist es, dass die Gasfüllung Xenon enthält. Eine Xenon-Exzimer-Entladung hat eine besonders effiziente VUV- Erzeugung mit einem Maximum bei  $172 \pm 3.5$  nm, die von den Nd(III)-aktivierten Leuchtstoffen zu mehr als 80 % konvertiert wird.

5

Die Elektroden können aus einem Metall oder einer Legierung bestehen, das UV-C-Licht reflektiert.

10

Ein Teil des Entladungsgefäßes kann mit einer Beschichtung versehen werden, die als Reflektor für VUV- und UV-C-Licht wirkt.

Die Erfindung betrifft auch die Verwendung der Vorrichtung für photolytische Prozesse.

15 Nachfolgend wird die Erfindung anhand von fünfzehn Figuren und drei Ausführungsbeispielen weiter erläutert.

Fig. 1 zeigt eine erste Ausführungsform einer Vorrichtung zur Erzeugung ultravioletter Strahlung mit einer zentrischen Elektrode.

20 Fig. 2 zeigt eine erste Ausführungsform einer Vorrichtung zur Erzeugung ultravioletter Strahlung mit einer zentrischen Elektrode im Querschnitt.

Fig. 3 zeigt eine zweite Ausführungsform einer Vorrichtung zur Erzeugung ultravioletter Strahlung vom Koaxial-Typ.

25 Fig. 4 zeigt eine zweite Ausführungsform einer Vorrichtung zur Erzeugung ultravioletter Strahlung vom Koaxial-Typ im Querschnitt.

Fig. 5 zeigt eine dritte Ausführungsform einer Vorrichtung zur Erzeugung ultravioletter Strahlung vom Tubulär-Typ.

Fig. 6 zeigt eine dritte Ausführungsform einer Vorrichtung zur Erzeugung ultravioletter Strahlung vom Tubulär-Typ im Querschnitt.

30

Fig. 7 zeigt eine vierte Ausführungsform einer Vorrichtung zur Erzeugung ultravioletter Strahlung mit vergrabenen Elektroden.

Fig. 8 zeigt eine vierte Ausführungsform einer Vorrichtung zur Erzeugung ultravioletter Strahlung mit vergrabenen Elektroden im Querschnitt.

5 Fig. 9 zeigt eine fünfte Ausführungsform einer Vorrichtung zur Erzeugung ultravioletter Strahlung mit UV-Reflektoren.

Fig. 10 zeigt eine fünfte Ausführungsform einer Vorrichtung zur Erzeugung ultravioletter Strahlung mit UV-Reflektoren im Querschnitt.

10 Fig. 11 zeigt eine sechste Ausführungsform einer Vorrichtung zur Erzeugung ultravioletter Strahlung durch Korona-Entladung im Querschnitt.

Fig. 12 zeigt eine sechste Ausführungsform einer Vorrichtung zur Erzeugung ultravioletter Strahlung durch Korona-Entladung in Aufsicht.

Fig. 13 zeigt eine siebte Ausführungsform einer Vorrichtung zur Erzeugung ultravioletter Strahlung als Flachlampe.

15 Fig. 14 zeigt eine siebte Ausführungsform einer Vorrichtung zur Erzeugung ultravioletter Strahlung als Flachlampe im Querschnitt.

Fig. 15 zeigt in einem Diagramm eine Beispielrechnung zur Effizienz der Erzeugung von UV-Fluoreszenzstrahlung um 200 nm aus der Primärstrahlung einer Xe-Exzimerentladung.

20

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Erzeugung ultravioletter Strahlung mittels einer Exzimer-Entladung ist mit einem mindestens teilweise UV-transparenten Entladungsgefäß, dessen Entladungsraum mit einer Gasfüllung gefüllt ist, und mit einer Beschichtung, die einen Leuchtstoff, der ein Wirtsgitter und Neodym(III) als Aktivator

25 umfasst, enthält, ausgerüstet. Außerdem ist die Vorrichtung mit Mitteln zur Zündung und Aufrechterhaltung der Exzimer-Entladung ausgerüstet.

Für das Entladungsgefäß ist eine Vielzahl von Bauformen wie Platten, einfache Rohre, Koaxialrohre, gerade, U-förmig, kreisförmig gebogene oder gewendelte, zylinderförmige oder anders geformte Entladungsröhren möglich. Eine typische Bauform für eine

30

Vorrichtung für photolytische Reaktionen ist die Form gemäß Fig. 1 und 2. Als Mittel zur Zündung und Aufrechterhaltung der Exzimer-Entladung umfasst diese Bauform u.a. Elektroden erster und zweiter Art. In dem Gasentladungsgefäß 100 ist konzentrisch ein gewendelter Draht eingeschoben. Dieser bildet die erste, innere Elektrode 301 der Vorrichtung. Das äußere Glas ist mit einem engmaschigen Drahtnetz bedeckt, das die zweite, äußere Elektrode 302 bildet. Das Entladungsgefäß ist gasdicht verschlossen. Der Innenraum ist mit Xenon oder einem Xenon enthaltenden Gas gefüllt. Die beiden Elektroden sind mit beiden Polen einer Wechselstromquelle verbunden. Die Elektrodengeometrie zusammen mit dem Druck im Entladungsgefäß und der Gaszusammensetzung wird auf die Daten der Wechselstromquelle abgestimmt.

Eine andere typische Bauform für photolytische Reaktionen ist die zentral von Wasser oder einem Luftstrom durchflossene Koaxialform gemäß Fig. 3 und 4. Das Entladungsgefäß 100 besteht aus zwei koaxialen Glaskörpern, die gasdicht zu einer Hohlmanchette verbunden sind. Der Ringspalt zwischen den beiden koaxialen Glaskörpern bildet den Entladungsraum 200 und ist mit Xenon oder einem Xenon enthaltendem Gas gefüllt. Das zu behandelnde, fluide Medium kann durch das innere Rohr fließen, an dessen Innenwand eine transparente Elektrode erster Art 301 aufgebracht ist. Das zu behandelnde Medium kann sich auch außerhalb des Außenrohrs befinden. Das äußere Glas ist mit einem engmaschigen Drahtnetz bedeckt, das die äußere, zweite Elektrode 302 bildet. Die Stromversorgung erfolgt durch eine an diese beiden Elektroden angeschlossene Wechselstromquelle.

Eine weitere typische und einfach herzustellende Bauform ist in Fig. 5 und 6 abgebildet.

Die flache Bauform gemäß Fig. 13 und 14 ("Flachlampe") eignet sich besonders zur Trockenreinigung von Oberflächen und zur Lackhärtung.

In der Bauform gemäß Fig. 7 und Fig. 8 sind die Elektroden an der Innenseite der Wandung des Gasentladungsgefäßes angebracht und durch eine Deckschicht aus einem



dielektrischen Material 102 von dem Gasentladungsraum 200 getrennt. Diese dielektrische Deckschicht 102 besteht bevorzugt aus Glaslot.

5 Als Material für das Entladungsgefäß werden bevorzugt Quarz oder Glassorten verwendet, die für UV-C- und VUV-Strahlung durchlässig sind.

Die Mittel zur Zündung und Aufrechterhaltung einer Exzimer-Entladung umfassen Elektroden erster und zweiter Art. Nach einer bevorzugten Ausführungsform sind zur Erzeugung einer dielektrisch behinderten Entladung auf der Wandung des Entladungs-  
10 gefäßes Elektroden erster und zweite Art angeordnet, wobei mindestens eine Elektrode durch ein dielektrisches Material vom Entladungsraum getrennt ist. In Bauformen, in denen mindestens eine Elektrode vom Entladungsraum durch eine dielektrische Barriere getrennt ist, wird, wenn eine geeignete Wechselspannung angelegt wird, in dem Füllgas eine stille elektrische Entladung gezündet.

15 In Bauformen gemäß Fig. 11 und 12 wird, wenn eine geeignete Gleich- oder Wechselspannung an die Elektroden angelegt wird, in dem Füllgas eine Entladung vom Korona-Typ gezündet. In Bauformen, die für eine Entladung vom Korona-Typ geeignet sind, ist es nicht erforderlich, dass die Elektroden erster und zweiter Art vom Füllgas durch eine  
20 Schicht aus einem dielektrischen Material getrennt sind.

Sowohl bei der stillen elektrischen Entladung als auch bei der Korona-Entladung bildet sich bei geeigneter Gasfüllung und abhängig von Gasdruck und Elektrodengeometrie ein Plasma, das Exzimer, d.h. Moleküle, die nur im angeregten Zustand stabil sind,  
25 enthält.

Die Elektroden bestehen aus einem Metall, z.B. Aluminium oder Silber, einer Metalllegierung oder aus einer transparenten leitfähigen anorganischen Verbindung, z.B. ITO. Sie können als Beschichtung, als aufgeklebte Folie, als aufgeklebte Folienstreifen, als  
30 Draht oder als Drahtnetz ausgebildet sein.

Es ist auch möglich, als eine der Elektroden einen transparenten Elektrolyten, z.B. Wasser zu verwenden. Dies ist besonders vorteilhaft für photolytische Prozesse in Wasser, weil auf diese Art und Weise die Strahlung in unmittelbarer Nähe des zu bestrahlenden Mediums gebildet wird.

5

Nach einer anderen bevorzugten Ausführungsform sind zur Erzeugung einer Koronaentladung auf der Wandung des Entladungsgefäßes Elektroden erster und zweiter Art angeordnet.

10

Um die Lichtstärke in eine bestimmte Richtung zu bündeln, kann ein Teil des Entladungsgefäßes mit einer Beschichtung versehen werden, die als Reflektor für VUV- und UV-C-Licht 400 wirkt. Bevorzugt werden UV-Reflektoren für Bauformen gemäß Fig. 9 oder Fig. 10 eingesetzt, um die Abstrahlung durch eine Fläche nach innen oder nach außen zu erhöhen.

15

Als Reflektoren für Strahlung im UV-C- oder VUV-Bereich eignen sich metallische Flächen, die gegebenenfalls mit einer UV-transparenten Schutzschicht versehen sind. Beispielsweise ist eine mit Magnesiumfluorid beschichtete Aluminiumfolie geeignet.

20

Eine andere geeignete Ausführungsform für eine Beschichtung, die als Reflektor wirkt, ist eine Beschichtung, die Partikel aus einem Material, ausgewählt aus der Gruppe  $\text{MgO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $(\text{La}_{1-x}\text{Y}_x)\text{PO}_4$  mit  $0 \leq x \leq 1$ ;  $(\text{La}_{1-x}\text{Y}_x)\text{PO}_4$  mit  $0 \leq x \leq 1$ ;  $\text{SrAl}_{12}\text{O}_{19}$ ;  $\text{LaB}_3\text{O}_6$ ;  $\text{LaMgB}_5\text{O}_{10}$ ;  $\text{SrAl}_{12}\text{O}_{19}$ ;  $\text{LaBO}_3\text{O}_6$ ;  $\text{LaMgB}_5\text{O}_{10}$  und  $\text{GdPO}_4$ , enthält.

25

Als Reflektor für Strahlung im UV-C- oder VUV-Bereich können auch bestimmte Ausführungsformen der Elektroden erster und zweiter Art wirken, die großflächig sind und aus einem metallischen Material bestehen. Eine derartige Ausführungsform ist beispielsweise in Fig. 11 gezeigt.

30

Das Entladungsgefäß ist bevorzugt mit sauerstofffreiem Xenon oder einem Gasgemisch, das Xenon enthält, gefüllt, weil die Elektronenenergieverteilung einer Exzimer-Entladung in einer Xenon-haltigen Atmosphäre mit wesentlicher Besetzungsdichte im Bereich der ersten Xe-Anregungsenergie von 8.4 eV optimal auf die Bildung von  $\text{Xe}^2$ -Exzimeren und durch deren Emission im Wellenlängenbereich zwischen 160 und 190 nm auf die Anregung Neodym-haltiger Leuchtstoffe abgestimmt ist.

Die Innenwand des Entladungsgefäßes ist teilweise oder ganz mit einem Überzug, der den Leuchtstoff enthält 101, beschichtet. Weiterhin kann der Überzug noch ein organisches oder anorganisches Bindemittel oder eine Bindemittelzusammensetzung enthalten. Weiterhin kann die Leuchtstoffschicht noch mit einer Schutzschicht gegen den Angriff der Entladung geschützt werden.

Der Leuchtstoff besteht aus einem Wirtsgitter, das mit einigen Prozent eines Aktivators dotiert ist. Die  $\text{Nd}^{3+}$ -aktivierten Leuchtstoffe, die gemäß der Erfindung verwendet werden, sind in erster Linie Leuchtstoffe mit einem Wirtsgitter, das ein schwaches Ligandenfeld ausübt. Insbesondere sind die anorganischen sauerstoffhaltigen Wirtsgitter aus Oxiden, Aluminaten, Gallaten, Phosphaten, Boraten oder Silikaten geeignet. Eine hohe Koordinationszahl in diesen Wirtsgittern erniedrigt zusätzlich die Kristallfeldaufspaltung der an den optischen Übergängen beteiligten d-Orbitale des Neodyms. Dadurch liegen die VUV- und UV-C-Strahlung emittierenden 4f5d-Niveaus des Neodyms mit  $43000 \text{ cm}^{-1}$  über dem Grundzustand so hoch, dass eine strahlungslose Relaxation über angeregte 4f4f-Zustände vermieden wird. Deshalb sind diese  $\text{Nd}^{3+}$ -aktivierten Leuchtstoffe, insbesondere die Leuchtstoffe, die ausgewählt sind aus der Gruppe  $(\text{La}_{1-x}\text{Y}_x)\text{PO}_4:\text{Nd}$  mit  $0 \leq x \leq 1$ ;  $(\text{La}_{1-x}\text{Y}_x)\text{PO}_4:\text{Nd},\text{Pr}$  mit  $0 \leq x \leq 1$ ;  $\text{SrAl}_{12}\text{O}_{19}:\text{Nd}$ ;  $\text{LaBO}_3\text{O}_6:\text{Nd}$ ;  $\text{LaMgB}_5\text{O}_{10}:\text{Nd}$ ;  $\text{SrAl}_{12}\text{O}_{19}:\text{Nd},\text{Pr}$ ;  $\text{LaB}_3\text{O}_6:\text{Nd},\text{Pr}$ ;  $\text{LaMgB}_5\text{O}_{10}:\text{Nd},\text{Pr}$  und  $\text{GdPO}_4:\text{Nd}$  besonders effiziente Leuchtstoffe unter Vakuum-UV-Anregung.

Das  $\text{Nd}^{3+}$ -Ion zeigt als Aktivator in den verschiedenen Wirtsgittern meist breite Absorptionsbanden im Ultravioletten, teilweise bis ins Blaue reichend. Die Emissionsbanden der erfindungsgemäßen Leuchtstoffe liegen im Bereich vom tiefen Ultraviolett bis zum

Gelborange, mit einem Emissionsmaximum bei einer Wellenlänge zwischen 180 und 250 nm, also im UV-C- und VUV-Bereich. Die Löschtemperatur dieser Leuchtstoffe liegt bei über 100°C.

- 5 Besonders bevorzugt können auch Leuchtstoffe sein, die Praseodym enthalten, wie z.B.  $(La_{1-x}Y_x)PO_4:Nd,Pr$  mit  $0 \leq x \leq 1$ ;  $SrAl_{12}O_{19}:Nd,Pr$ ;  $LaB_3O_6:Nd,Pr$ ;  $LaMgB_5O_{10}:Nd,Pr$ .

- Wenn eine Wechselspannung an die Elektroden angelegt wird, wird in dem bevorzugt xenonhaltigen Füllgas eine stille elektrische Ladung gezündet werden. Dadurch bilden  
10 sich im Plasma Xenon-Exzimere, d. h. Moleküle, die nur im angeregten Zustand stabil sind.



- Die Anregungsenergie wird als UV-Strahlung mit einer Wellenlänge von  $\lambda = 140$  bis 190 nm wieder abgegeben. Diese Umwandlung von Elektronenenergie in UV-Strahlung  
15 erfolgt sehr effizient. Die erzeugten UV-Photonen werden von den Leuchtstoffen absorbiert und die Anregungsenergie wird in dem längerwelligen Bereich des Spektrums teilweise wieder abgegeben. Der Absorptionskoeffizient der mit  $Nd^{3+}$  oder mit  $Nd^{3+}$  und  $Pr^{3+}$  aktivierten Leuchtstoffe ist für die Wellenlängen im Bereich der Xenonstrahlung besonders groß und die Quantenausbeute hoch. Das Wirtsgitter beeinflusst die genaue  
20 Lage der Energieniveaus des Aktivators, und infolgedessen das Emissionsspektrum.

- Die Herstellung der Leuchtstoffe erfolgt durch eine Festkörperreaktion aus den Ausgangsverbindungen als feinkörnige Pulver mit einer Korngrößenverteilung zwischen 1 und 10  $\mu m$ . Sie werden auf die Gefäßwände des Entladungsgefäßes mittels eines Flow-  
25 Coating-Verfahrens aufgebracht. Die Beschichtungssuspensionen für das Flow-Coating-Verfahren enthalten Wasser oder eine organische Verbindung wie Butylacetat als Lösungsmittel. Die Suspension wird durch Zugabe von Hilfsmitteln, wie Stabilisatoren, Verflüssigern, Cellulosederivaten, stabilisiert und in ihren rheologischen Eigenschaften beeinflusst. Die Leuchtstoffsuspension wird als dünne Schicht auf die Gefäßwände auf-  
30 gebracht, getrocknet und bei 600°C eingebrannt. Das Gefäß wird dann evakuiert, um

alle gasförmigen Verunreinigungen, insbesondere Sauerstoff, zu entfernen. Anschließend wird das Gefäß mit Xenon mit einem Gasdruck von etwa 200 bis 300 mbar gefüllt und verschlossen.

- 5 Die beschriebenen Vorrichtungen eignen sich gut für photolytische Reaktoren hoher Ausbeute. Da die emittierte Strahlung ein schmalbandiges Spektrum aufweist, kann die erfindungsgemäße Vorrichtung vorteilhafterweise für die Durchführung von wellenlängenselektiven Photoreaktionen verwendet werden.
- 10 Tabelle 1 zeigt Absorptionskanten einiger gängiger Lösungsmittel.  
Tabelle 1:

Lösungsmittel	Absorptionskante [nm]
Isopropylalkohol	210
Cyclohexan	210
Methylcyclohexan	210
Ethanol	210
Methanol	210
Acetonitril	210
2,2,4-Trimethylpentan	220
Iso-oktan	220
Hexan	220
Dioxan	220
Glycerol	230
Dichlormethan	235
1,2-Dichlorethan	240
Chloroform	250

Ferner können technische photochemische Prozesse (z.B. Photochlorierung, Photobromierung, Photosulfochlorierung) mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung effizienter durchgeführt werden.

- 5 Weitere Verwendungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung betreffen die Wasser- und Abwassertechnik, bei welchen ein belastetes Wasser das zu behandelnde Fluid ist. Als Beispiele für die Behandlung können genannt werden: a) Entkeimung; b) Abbau von Schadstoffen, Farbstoffen oder Geruch.
- 10 Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann auch für die Sterilisierung anderer Flüssigkeiten und Lösemittel verwendet werden.

Im Fall der Bauform gemäß Fig. 1 und 2 kann das zu behandelnde Medium an der Außenfläche des Strahlers vorbeigeführt werden. In einer weiteren Anwendung kann

15 diese Bauform z.B. zur Trockenreinigung von Oberflächen eingesetzt werden.

Im Fall der Bauform gemäß Fig. 3 und 4 wird das reagierende Medium an der Innen- und/oder Außenfläche des Strahlers vorbeigeführt. Um eine Bestrahlung an der Innenfläche zu ermöglichen, muss die der Lampenachse zugewandte Elektrode transparent

20 oder durchbrochen ausgeführt sein. Diese Bauform kann verwendet werden, um in Wasser oder Luft bzw. in anderen Gasen Reste von Lösungsmitteln zu zerstören.

Wie in Fig. 15 gezeigt, ist bei einer Treibereffizienz von 85%, einer Plasmaeffizienz der Xenon-Exzimer-Entladung von 60%, einer Konversionseffizienz des Leuchtstoffs von

25 80% sowie einer Transmission des Materials des Gasentladungsgefäßes von 80% eine Gesamt-Effizienz von 25 % erreichbar. Das ist mehr als das Dreifache der Effizienz einer Quecksilber-VUV-Lampe.

### AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 1

Es wird eine Suspension von  $\text{LaPO}_4\text{:Nd}$  in Butylacetat mit Nitrocellulose als Binder hergestellt. Mittels eines Flow-Coating-Verfahrens wird die Leuchtstoffsuspension auf die Innenwand eines Rohrs aus synthetischem Quarz (Suprasil™) von 5 mm

- 5 Innendurchmesser aufgebracht. Die Dicke der Leuchtstoffschicht entspricht einem Flächengewicht des Leuchtstoffes von  $3\text{mg/cm}^2$ . Der Binder wird bei einer Temperatur unterhalb von  $580^\circ\text{C}$  ausgebrannt. Die Vorrichtung wird mit Xenon mit einem Gasdruck von 200 bis 300 mbar gefüllt und dann verschlossen.
- 10 Sauerstoffverunreinigungen müssen sorgfältig vermieden werden. Auf der Außenwand der Vorrichtung werden diagonal zwei Elektroden aus Aluminiumfolie aufgeklebt.

Die Vorrichtung wird mit Wechselstrom mit Rechteckcharakteristik mit einer Amplitude von 6 kV und einer Frequenz von 25 kHz betrieben.

15

### AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 2

Das Entladungsgefäß der Vorrichtung nach Ausführungsbeispiel 2 besteht aus einem zylindrischen Rohr aus synthetischem Quarz (Suprasil™) von 0,7 mm Dicke und 50 mm Durchmesser. Es ist Xenon mit einem Druck von 200 mbar gefüllt. In der Achse

20 des Rohrs ist eine spiralig gewendelte innere Elektrode aus Metalldraht angeordnet. Auf der Außenwand des Entladungsgefäßes werden sechs Streifen aus Silberfolie parallel zur inneren Elektrode als äußere Elektroden aufgeklebt. Die innere Oberfläche der Außenwandung wird mit einer Leuchtstoffschicht beschichtet, die  $\text{YPO}_4\text{:Nd}$  als Leuchtstoff enthält.

25

Die Vorrichtung wird mit Wechselstrom mit Rechteckcharakteristik mit einer Amplitude von 6 kV und einer Frequenz von 25 kHz betrieben.

30

### AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 3

Das Entladungsgefäß der Vorrichtung nach Ausführungsbeispiel 3 besteht aus zwei koaxialen Rohren aus synthetischem Quarz (Suprasil<sup>TM</sup>) von 0.7 mm Dicke und 50 mm Innendurchmesser bzw. 40 mm Außendurchmesser. Beide Rohre sind an ihren beiden Enden so miteinander verbunden, dass sie eine gasdichte Hohlmanschette bilden. Es ist Xenon mit einem Druck von 200 mbar gefüllt. Die der Rohrachse zugewandte Wand der Hohlmanschette wird auf der Rohrachse zugewandten Seite mit einer Aluminiumschicht überzogen, welche die erste Elektrode bildet, und auf die der Rohrachse abgewandten Seite sechs Streifen aus Silberfolie parallel zur Rohrachse aufgeklebt, welche die zweite Elektrode bilden. Die inneren Oberflächen der Hohlmanschette werden mit einer Leuchtstoffschicht beschichtet, die  $\text{LaPO}_4\text{:Nd}$  als Leuchtstoff enthält.

Die Vorrichtung wird mit Wechselstrom mit Rechteckcharakteristik mit einer Amplitude von 6 kV und einer Frequenz von 25 kHz betrieben.



PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur Erzeugung ultravioletter Strahlung mittels einer Exzimer-Entladung, ausgerüstet mit einem zumindest teilweise UV-transparenten Entladungsgefäß, dessen Entladungsraum mit einer Gasfüllung gefüllt ist, mit Mitteln zur Zündung und Aufrechterhaltung einer Exzimer-Entladung in dem Entladungsraum, mit einer
- 5 Beschichtung, die einen Leuchtstoff, der ein Wirtsgitter und Neodym(III) als Aktivator umfasst, enthält, und mit Mitteln zur Zündung und Aufrechterhaltung der dielektrisch behinderten Entladung.
2. Vorrichtung zur Erzeugung ultravioletter Strahlung gemäß Anspruch 1,
- 10 dadurch gekennzeichnet,  
dass der Leuchtstoff als Koaktivator Praseodym(III) enthält.
3. Vorrichtung zur Erzeugung ultravioletter Strahlung gemäß Anspruch 1,
- dadurch gekennzeichnet,
- 15 dass der Leuchtstoff ausgewählt ist aus der Gruppe  $(La_{1-x}Y_x) PO_4:Nd$  mit  $0 \leq x \leq 1$ ;  $(La_{1-x}Y_x) PO_4:Nd,Pr$  mit  $0 \leq x \leq 1$ ;  $SrAl_{12}O_{19}:Nd$ ;  $LaB_3O_6:Nd$ ;  $LaMgB_5O_{10}:Nd$ ;  $SrAl_{12}O_{19}:Nd,Pr$ ;  $LaBO_3O_6:Nd,Pr$ ;  $LaMgB_5O_{10}:Nd,Pr$  und  $GdPO_4:Nd$ .
4. Vorrichtung zur Erzeugung ultravioletter Strahlung gemäß Anspruch 1,
- 20 dadurch gekennzeichnet,  
dass der Leuchtstoff eine Beschichtung, die ein Oxid, ausgewählt aus der Gruppe  $MgO$ ,  $SiO_2$  und  $Al_2O_3$ , enthält, umfasst.

5. Vorrichtung zur Erzeugung ultravioletter Strahlung gemäß Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Gasfüllung ein Gas, ausgewählt aus der Gruppe Xenon, Krypton, Argon und Neon, enthält.
- 5 6. Vorrichtung zur Erzeugung ultravioletter Strahlung gemäß Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Gasfüllung Xenon enthält.
- 10 7. Vorrichtung zur Erzeugung ultravioletter Strahlung gemäß Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Elektroden aus einem Metall oder einer Legierung bestehen, das UV-C-Licht reflektiert.
- 15 8. Vorrichtung zur Erzeugung ultravioletter Strahlung gemäß Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass ein Teil des Entladungsgefäßes mit einer Beschichtung versehen ist, die als Reflektor für VUV- und/oder UV-C-Licht wirkt.
- 20 9. Verwendung der Vorrichtung gemäß Anspruch 1 für photolytische Prozesse.

1/9

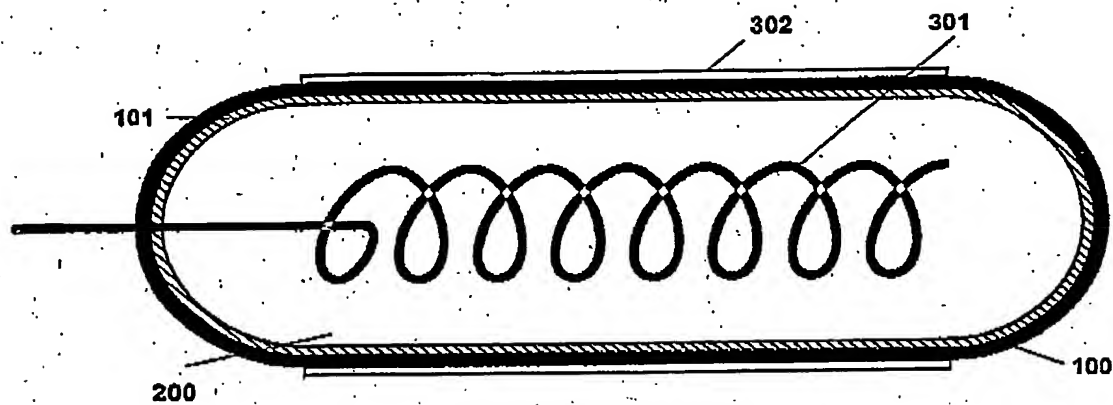


FIG. 1

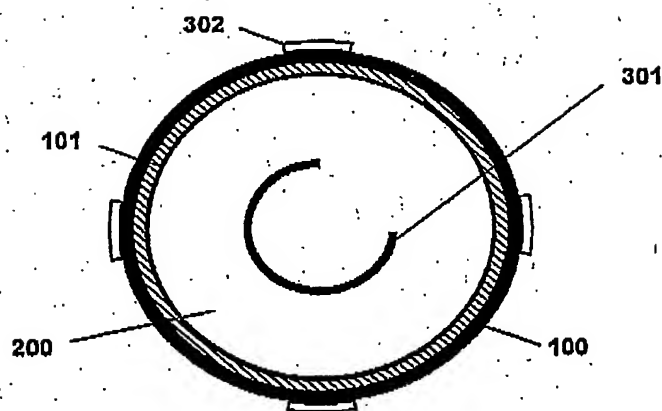


FIG. 2

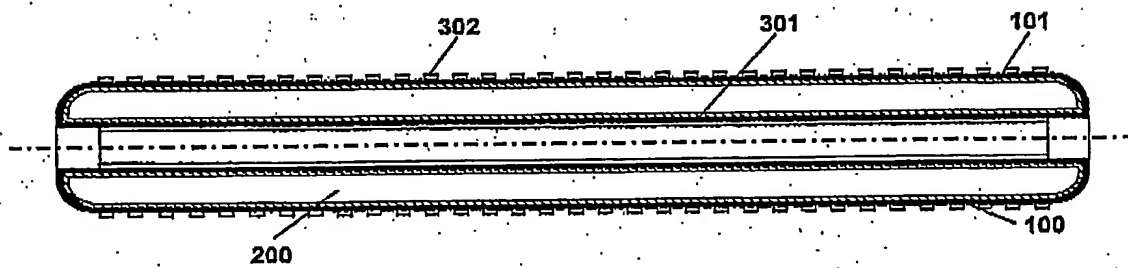


FIG. 3

PHDE020051

2 / 9

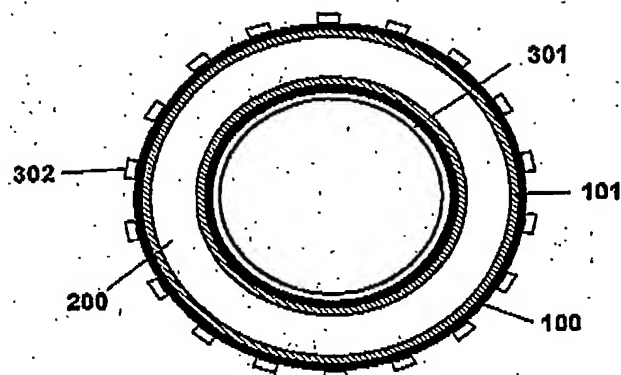


FIG. 4

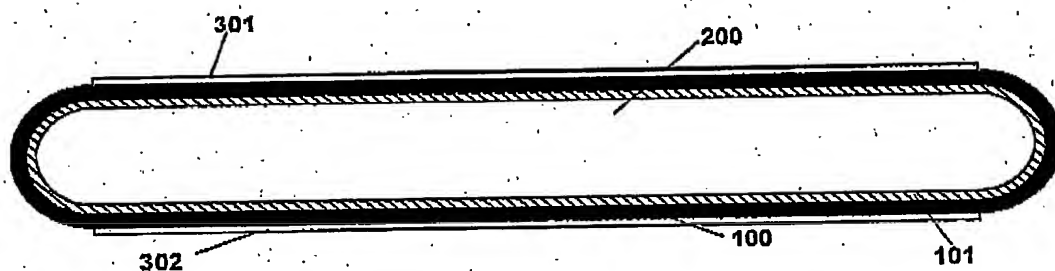


FIG. 5

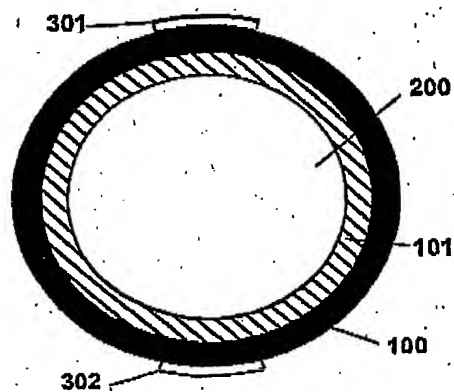


FIG. 6

3/9

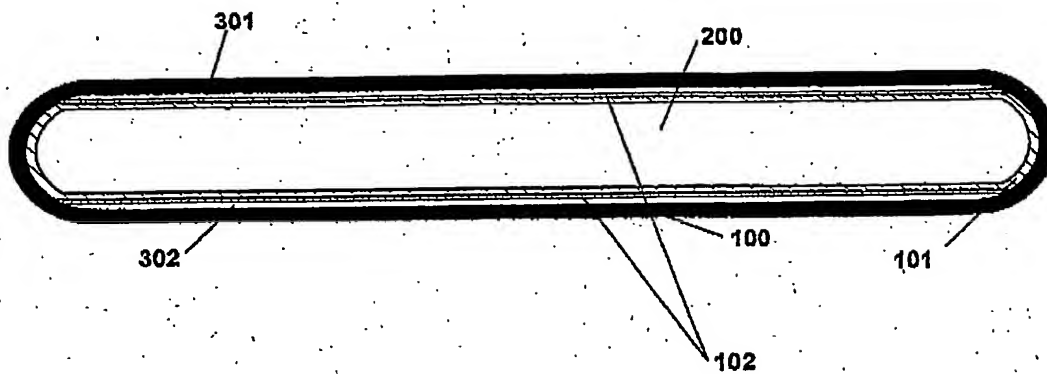


FIG. 7

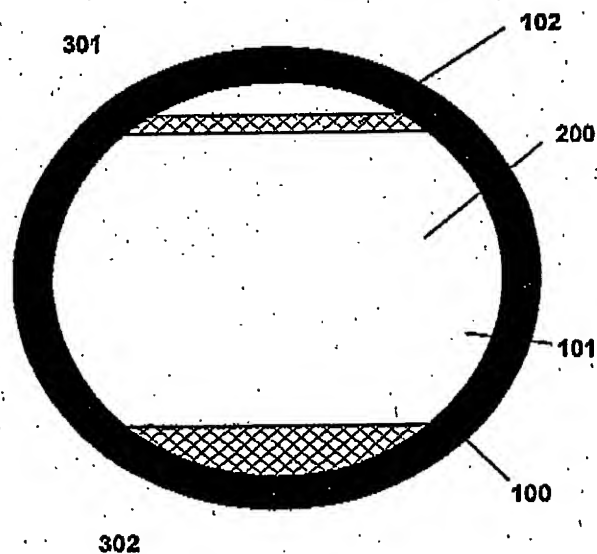


FIG. 8

4 / 9

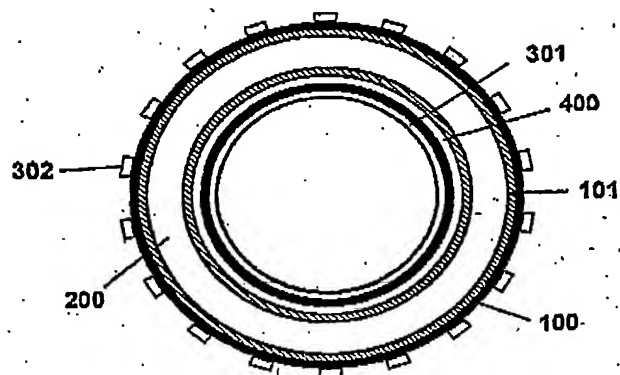


FIG. 9

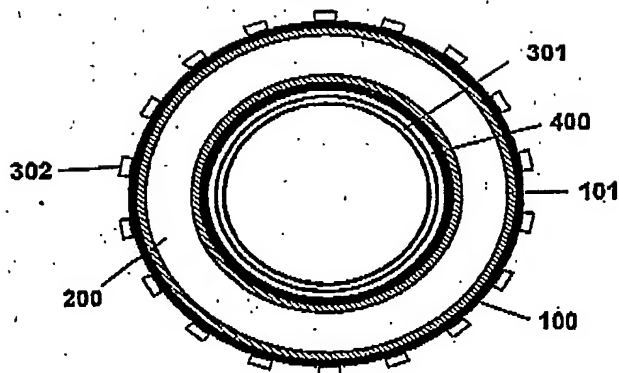


FIG. 10

5 / 9

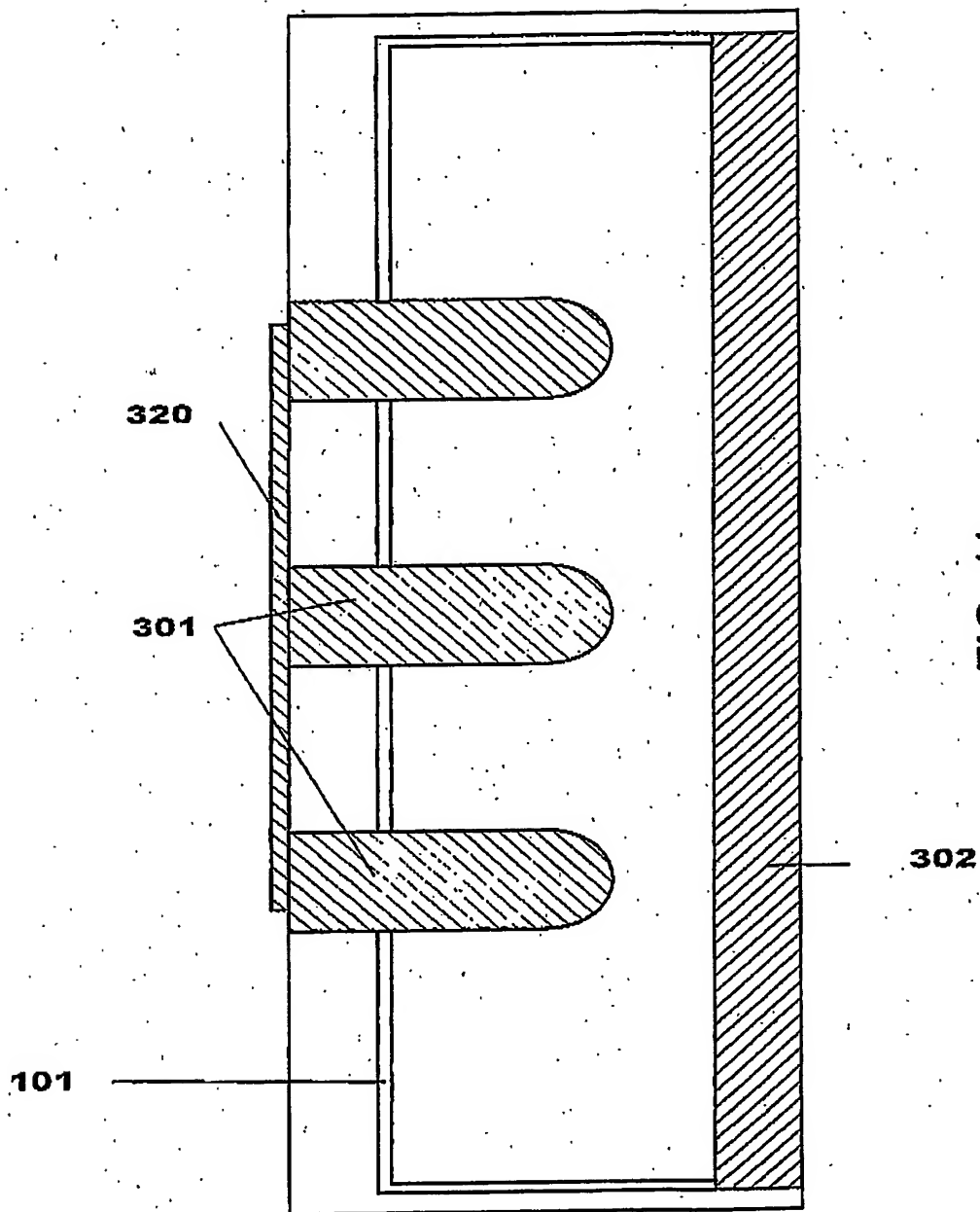


FIG. 11

PHDE020051

6 / 9

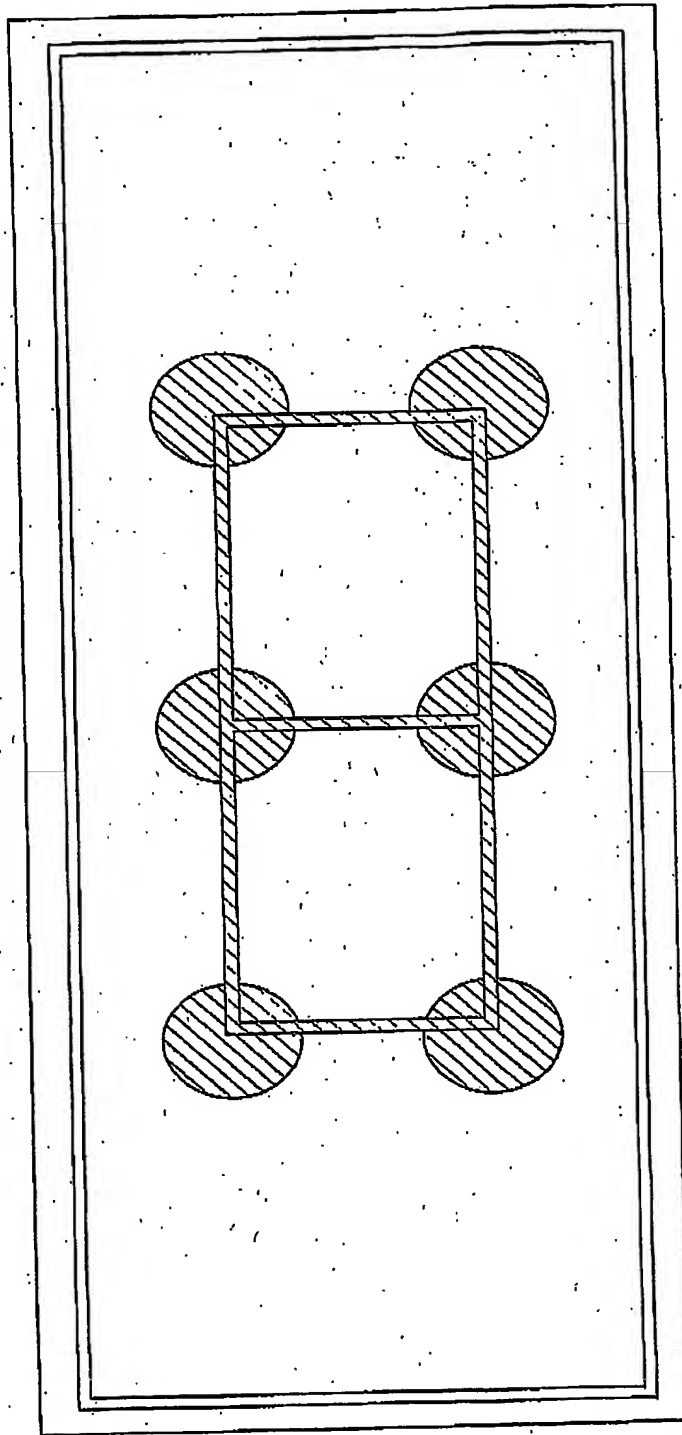


FIG. 12



PHDE020051

7/9

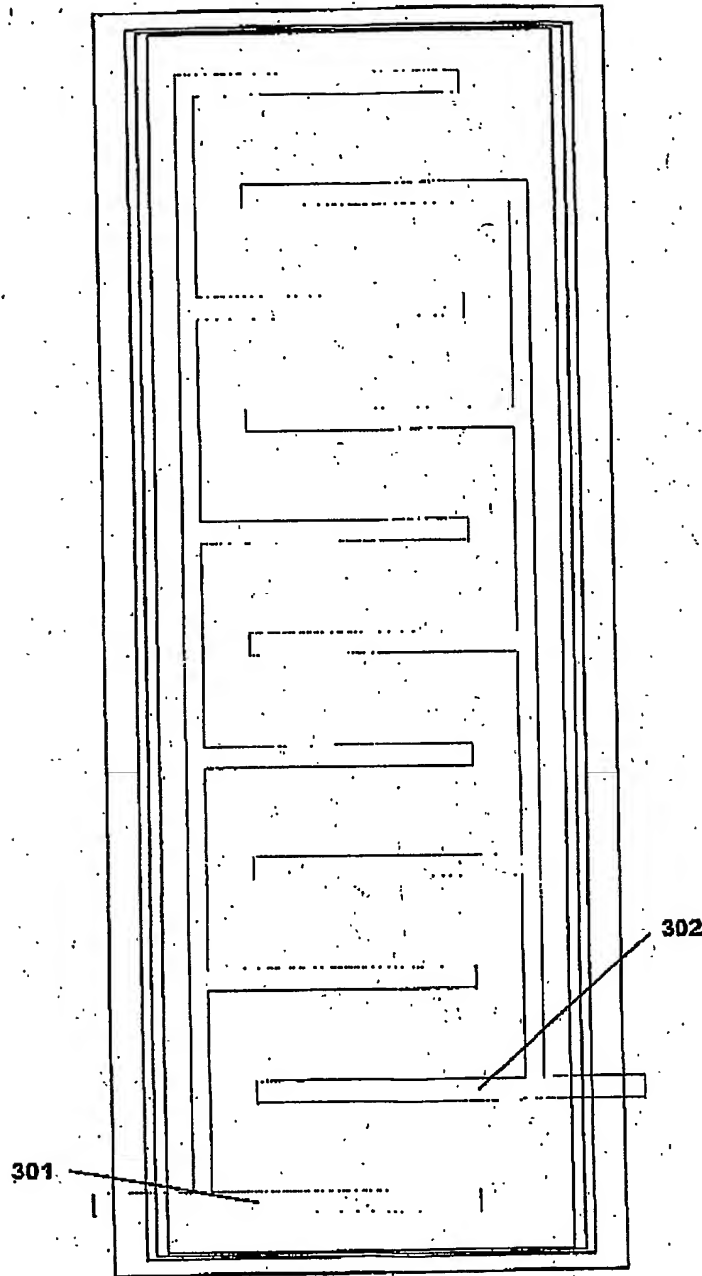


FIG. 13

PHDE020051

8/9

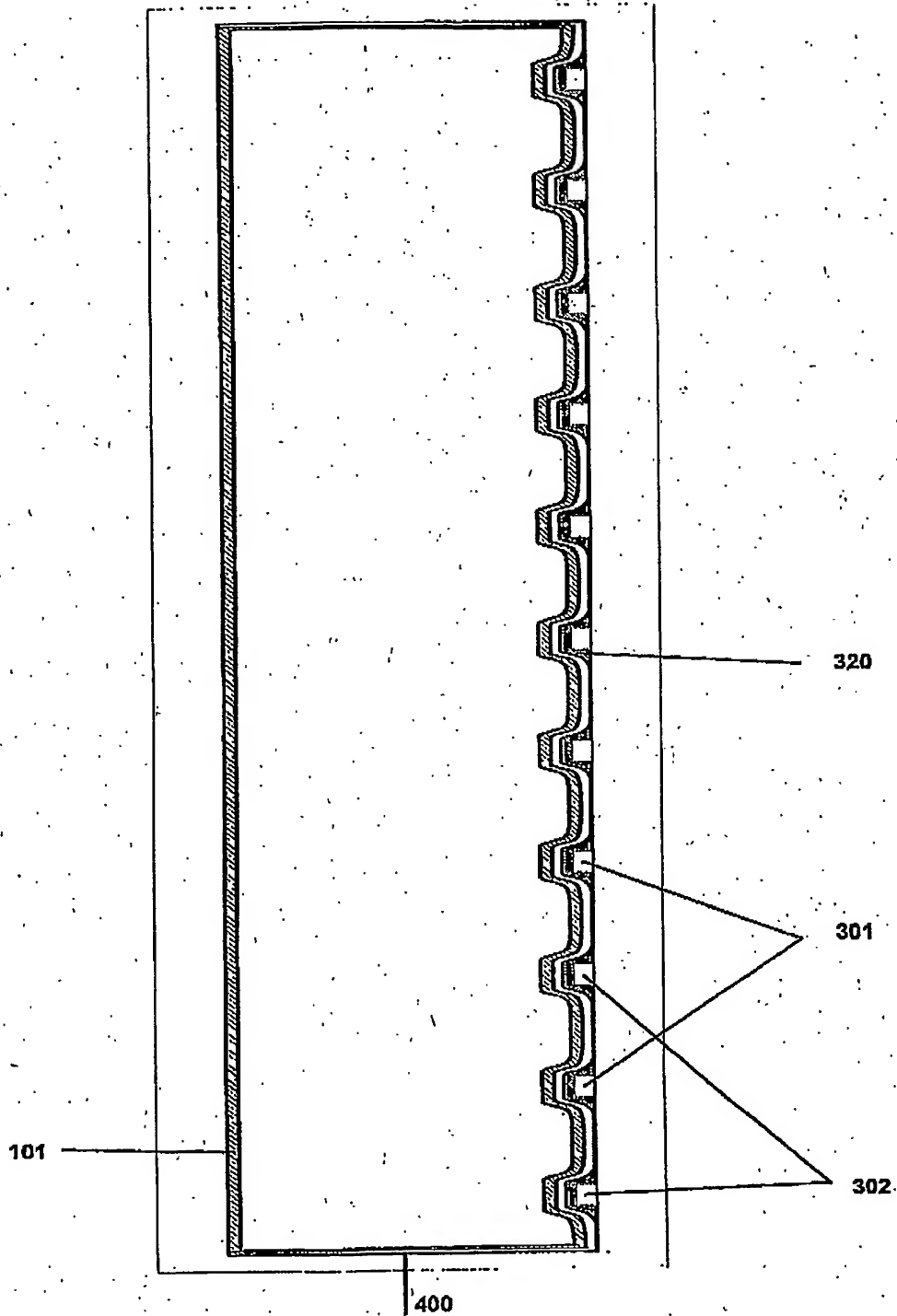


FIG. 14

9 / 9

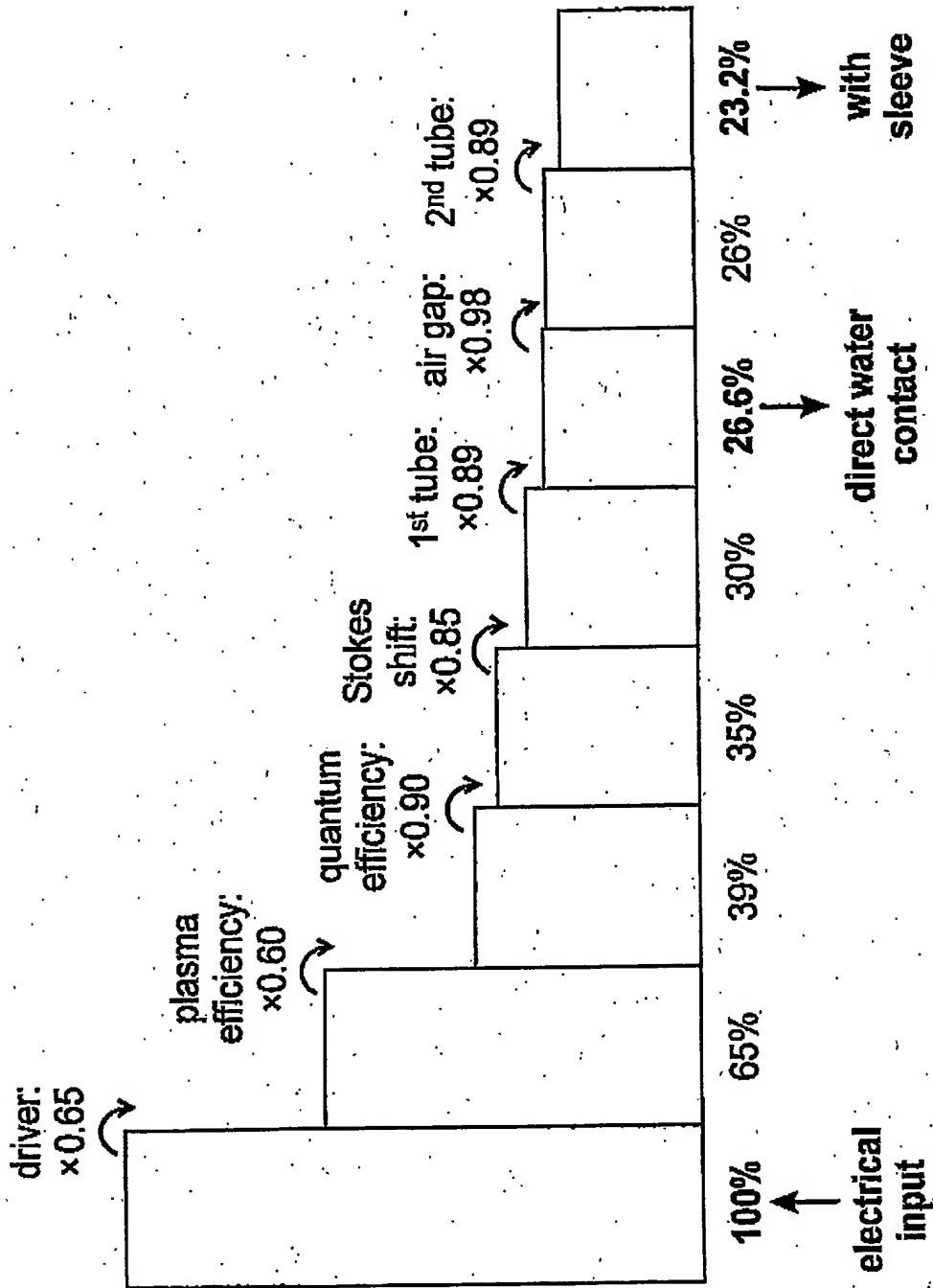


FIG. 15

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**